



SYSTEME de CULTURE EXPE

à la recherche de systèmes très économes en phytosanitaires

Projet : DEPHY Carotte - Construction et évaluation de systèmes légumiers à dominante carotte permettant de réduire l'utilisation des pesticides d'au moins 50 %

Site : INVENIO Commensacq

Localisation : 40210 COMMENSACQ
(44.245780, -0.861648)

Système DEPHY : Ecophyto+

Contact : Christine BEASSE (c.beasse@invenio-fl.fr)



Localisation du système (▲)
(autres sites du projet △)

Cultures d'été avec introduction de céréale d'hiver

Site : en exploitation agricole
Durée de l'essai : 2014 à 2018

Situation de production : plein champ

Espèces : carotte, haricot, orge, maïs grain, semence, doux

Conduite : conventionnel

Circuit commercial : long

Dispositif expérimental : zone de 2 ha, dans parcelle de 8 ha. Un seul terme de la rotation présent chaque année, sans répétition spatiale.

Système de référence : 4 ha, même parcelle et même rotation que le système Ecophyto+, mais ne comprenant que des cultures d'été (sans introduction de céréale d'hiver). Conduit par le producteur.

Type de sol : sableux

Origine du système

Pour les systèmes à dominante carotte de ce bassin de production, la **rotation de 6 ans** est composée d'une culture de carotte suivie de cultures sous contrat (haricot, maïs doux, maïs semence) et de maïs grain, avec des possibilités de variations. L'IFT moyen sur la rotation est de 5,6 dont la moitié pour les **herbicides**.

Les **adventices d'été**, gérées principalement chimiquement, sont des bioagresseurs majeurs dans ces systèmes avec des problèmes de **toxicité** et de **résistance** aux herbicides. Les **nématodes** (*Pratylenchus*), les **champignons du sol** et le **champignon aérien** *Alternaria* (spécifique de la carotte) sont également problématiques.

L'obligation de **rentabilité** doit être prise en compte pour l'introduction de nouveaux leviers. Au niveau de la rotation, l'**insertion de cultures d'hiver** pour lutter contre les **adventices d'été** et de **tagètes** aux propriétés **nématicides** ont été retenus.

Un enjeu fort est également d'évaluer l'**impact de l'arrêt de la désinfection des sols** (gestion des adventices, vie du sol). A l'échelle de l'itinéraire technique, une discussion a lieu chaque année avec un expert et le producteur pour la mise en œuvre d'autres leviers (désherbage mécanique, faux semis, prise de risque sur les traitements...).

Objectif de réduction d'IFT

 **-50 %**
Par rapport à la référence producteur du site

Mots clés

Carotte - Adventices - Rotation -
Plantes de service - Désherbage
mécanique - Traitements
raisonnés

Stratégie globale

Efficience ★★★★★
Substitution ★★★★★
Reconception ★★★★★

Efficience : amélioration de l'efficacité des traitements

Substitution : remplacement d'un ou plusieurs traitements phytosanitaires par un levier de gestion alternatif

Reconception : la cohérence d'ensemble est repensée, mobilisation de plusieurs leviers de gestion complémentaires

Le mot du pilote de l'expérimentation

« Travailler sur ce système a été très enrichissant et m'a permis de me confronter au quotidien du chef de culture. Un travail sur l'efficience (ne pas désinfecter le sol, ne pas traiter, localiser les traitements), la substitution (désherbage mécanique) et la reconception (plantes de service) a permis d'obtenir de bonnes performances pour ce système. La transposition de la démarche système de culture à l'échelle de la filière carotte permettra aux zones de production de progresser ensemble et d'inscrire la réduction de produits phytosanitaires dans le cahier des charges de la filière. » C. BEASSE



Caractéristiques du système

Succession culturale :



Mode d'irrigation : pivot.

Travail du sol : labour tous les ans.

Interculture : CIPAN obligatoire après une culture légumière, le site étant en zone vulnérable nitrates. Les producteurs mettent un mélange seigle-avoine non hôte de *Sclerotinia*.

Infrastructures agroécologiques : aucunes.



© C. Béasse, Invenio

Culture de carotte juste avant récolte (août 2014) dans le système Ecophyto+. La maîtrise des adventices est satisfaisante.

Objectifs du système

Les objectifs poursuivis par ce système sont de 4 ordres :

Agronomiques	Maîtrise des bioagresseurs	Environnementaux	Socio-économiques
Rendement <ul style="list-style-type: none"> - Perte de 10 % de rendement net tolérée - Pas de baisse de qualité sur légumes ou semences - Parcelle récoltable 	Maîtrise des adventices <ul style="list-style-type: none"> - Pas de salissement (éviter la grenaison) - Pas de compétition pour la culture de rente - Pas de plantes toxiques (datura, morelle) Maîtrise des maladies <p>Pas de dégâts sur les parties commercialisées des légumes, pas d'altération de la qualité des semences</p> Maîtrise des ravageurs <ul style="list-style-type: none"> - Pas de chenilles d'<i>Helicoverpa armigera</i> dans les haricots - Pas de mouche sur carottes - Pas trop de nématodes avant carottes 	IFT <p>Réduire d'au moins 50% l'IFT herbicides en priorité</p>	Marge brute <p>Revenu maintenu si possible à l'échelle de la rotation</p> Temps de travail <p>Accepte une augmentation du temps de travail mécanique</p>

Le système étant conduit chez le producteur et sur grandes parcelles (dommages économiques potentiels élevés), nous avons choisi une conduite prudente, sans s'interdire un traitement phytosanitaire si les bioagresseurs sont trop présents, quitte à ne pas atteindre les 50 % de réduction de l'IFT.

L'objectif agronomique « avoir une parcelle récoltable » a perdu de l'importance au cours du projet, car l'option d'abandon de parcelles est parfois pratiquée dans la région ; pour la carotte environ 5 % des parcelles sont abandonnées chaque année, les ¾ pour raisons agronomiques et ¼ pour raisons liées au marché.

La nécessité de sécuriser l'approvisionnement des usines dans le cas des cultures industrielles (maïs doux, haricot vert) conduit à des traitements d'assurance et n'est peut-être pas un objectif qui doit forcément être porté par l'exploitation agricole. Ce point reste en réflexion.

Les objectifs de maîtrise des bioagresseurs ont pu être exprimés plus précisément en cours de projet grâce à un travail sur les règles de décision qui nous a permis de formaliser les attentes des producteurs.

Résultats sur les campagnes de 2014 à 2016

> Maîtrise des bioagresseurs

Le code couleur traduit le niveau de satisfaction des résultats vis-à-vis des objectifs initialement fixés.

Vert = résultat satisfaisant, orange = résultat moyennement satisfaisant, rouge = résultat insatisfaisant

	Carotte de saison (Mars à Août 2014)	Maïs semence (Avril à Août 2015)	Orge (Novembre 2015 à Juin 2016)	Haricot vert (Juillet à Septembre 2016)	Maïs grain (Mai à Octobre 2017)	Maïs doux (Mai à Octobre 2018)	Bilan Global
Adventices	😊	😞	😊	😊	😐	😊	😊
Maladies	😐	😊	😞	😊	😊	😊	😊
Ravageurs	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊

Les **adventices** sont **plutôt bien maîtrisées** dans ce système en cultures légumières, un peu moins en maïs semence (difficultés d'organisation du travail et faible couverture du sol par la culture). Toutefois, on constate à la fin de chaque campagne un **davantage d'adventices à grenaison** dans les cultures de ce système par rapport au système producteur, il faut donc être vigilant par rapport à un **salissement éventuel** des parcelles à long terme. Toutefois, les notations de levée d'adventices réalisées en fin d'expérimentation ne révèlent **pas d'augmentation du potentiel grainier**.

Les **maladies** ont été **relativement bien maîtrisées** pour les cultures de rente. La même vigilance que pour les adventices s'impose pour le risque d'augmentation de la pression des maladies liées au sol en l'absence de désinfection à long terme, mais à l'échelle de ce système, pas d'aggravation constatée.

Le principal ravageur, très redouté, est la **noctuelle *Helicoverpa armigera*** sur haricot et **peu de risques** ont été pris sur la gestion de ce ravageur dans ce système. Les autres ravageurs ont été **bien maîtrisés**.

> Performances

Les performances du système Ecophyto + sont indiquées en valeur absolue et/ou par rapport à la référence producteur (en italique) conduite sur la même parcelle.

	Rendement net (T/ha)		IFT _{Total}	IFT _{Herbicide}	IFT _{Insecticide}	IFT _{Fongicide}	Marge Brute (écart à la référence producteur) en €/ha
Carotte	49,5	-14%	7,4 -14%	3,4 -20%	1 -0%	3 -12%	+800 <i>Les économies de désinfection chimique compensent largement la baisse de rendement</i>
Maïs semence	3,7	-7 %	1,9 -50%	0,7 -63%	1,2 -0%	0 -0%	-248 <i>Pas d'économie sur l'itinéraire Ecophyto + et légère baisse de rendement</i>
Orge	3,5		0				-1469 <i>Pas de rentabilité de l'orge et il manque une culture de haricot par rapport au système producteur</i>
Haricot vert 2	19	+20%	4,7 -13%	0,9 -44%	2 -0%	1,8 -0%	+300 <i>Meilleur rendement d'Ecophyto + avec moins d'herbicides</i>
Maïs grain	12,1	-9%	0,5 -78%	0 -100%	0,5 -45%	0 -0%	-184 <i>Coût de la perte de rendement.</i>
Maïs doux	24	+0%	0 -100	0 -100%	0 -0%	0 -0%	+24 <i>Les économies sur les produits phytosanitaires compensent les coûts des passages mécaniques</i>
Moyenne système Ecophyto+			2,9 -42%	1 -61%	1 -22%	1 -38%	-155 <i>La perte d'une culture de rente fait baisser la rentabilité du système Ecophyto+ par rapport au système producteur</i>

Les **performances agronomiques sont bonnes** avec des objectifs de rendement et qualité globalement atteints. L'IFT_{Total} est réduit de **42%** et l'IFT_{Herbicide} de **61%**. Ce système a un **coût** pour le producteur : environ **-155 € par ha et par an**. L'insertion d'une culture d'hiver peu rentable dans la rotation est principalement responsable de ce coût, mais il y a peu d'alternative à une céréale pour éviter le risque du développement de *Sclerotinia*, champignon parasite des cultures légumières.

Par comparaison avec le système DEPHY, il apparaît que certaines stratégies d'assurance parfois systématiques dans le système référence (désinfection de sol au métam-sodium pour le contrôle des adventices et champignons du sol, traitement fongique anti-*Pythium*), ont un **coût** et ne sont pas toujours compensées par un gain agronomique sur la culture. Dans certains cas l'usage des pesticides d'une manière classique a eu une influence délétère sur le rendement par phytotoxicité.



Zoom sur les règles de décision

La réduction des pesticides demande plus d'**adaptation aux circonstances** (moins de sécurisation). C'est l'objet des règles de décisions (RDD), et les producteurs sont bien conscients qu'il n'y a pas de solution unique à appliquer à chaque campagne ou exploitation.

Le pilotage du système a été transféré en partie au producteur, avec l'objectif de capitaliser ensuite sur les motivations des décisions prises et de **formaliser ces RDD**. Un atelier avec des producteurs impliqués dans le pilotage et des experts par culture a permis de s'approprier la méthode de questionnement permettant de recueillir les RDD auprès des producteurs. L'exploitation de ce travail se fait dans plusieurs directions :

- Tenter de parvenir à un pilotage par RDD exprimées **a priori** (et non plus recueil *a posteriori*)
- Ces RDD sont un support de **partage d'expertise** au sein d'un groupe de producteurs locaux, elles ont servi de base à un échange sur leurs pratiques et cela a permis de mettre en évidence des pistes d'optimisation de l'efficacité des pesticides : ajustement du volume de bouillie et intérêt d'un adjuvant.
- Phase prospective d'**optimisation des RDD formalisées**, en priorité pour celles concernant les traitements herbicides.



Transfert en exploitations agricoles

Ce projet a contribué à la prise de conscience par les producteurs de la nécessité de changer de pratiques pour réduire les pesticides. Il est trop tôt pour juger de l'efficacité de l'insertion de céréale d'hiver dans la rotation sur la dynamique des adventices. La **céréale d'hiver** implantée en 2016 et 2017 n'a pas eu d'influence visible sur l'enherbement. Cette culture ne procure **aucun revenu au producteur** (manque à gagner), ce qui est un **frein** à l'adoption de ce levier.

Le désherbage chimique de la carotte localisé sur le rang, couplé à un **désherbage mécanique sur l'inter-rang** (non pratiqué par les producteurs), a été testé avec un pulvérisateur expérimental. En rattrapage tardif, cette technique permet un **bon contrôle des adventices** ; reste à **accompagner la mise en œuvre** de cette technique (RDD, binage associé, matériel de pulvérisation...) .

La fréquence des **faux-semis** et du **désherbage mécanique** a été augmentée dans les cultures sarclées (haricot et maïs) : dans ce type d'exploitation où l'on trouve en majorité des cultures de printemps, l'**organisation du travail** et l'**occupation du matériel** au printemps sont un élément capital pour la réussite d'une conduite avec moins d'herbicides, plus que les techniques elles-mêmes (faux-semis, herse étrille, binage) qui sont maîtrisées. C'est un nouveau levier à travailler pour que les exploitations s'engagent vers davantage de désherbage mécanique.



Pistes d'améliorations du système et perspectives

Le système doit progresser sur la **réduction d'IFT**, en particulier l'année de culture de la carotte, qui utilise la moitié des pesticides de la rotation, où la baisse d'IFT est de 13% seulement par rapport à la pratique des producteurs. A l'échelle de la filière, l'inscription des techniques permettant de réduire les pesticides dans le cahier des charges de Carottes de France est l'opportunité de valoriser cette démarche et de la transférer vers les producteurs.

La **construction de la rotation** préparant la culture de carotte et minimisant l'impact des bioagresseurs (en ordre de priorité, selon la gravité et l'IFT : adventices, *Pythium* et *Sclerotinia*, *Alternaria*, mouche de la carotte, nématodes) peut se faire via des ateliers de co-conception (méthodologie acquise en V1). L'**insertion de plantes de service** pourra être une 1^{ère} étape.

Le modèle **FlorSys**, en cours d'adaptation pour la carotte, pourra aider à **sélectionner des prototypes de systèmes de culture permettant de réduire les herbicides**. Pour le désherbage localisé et le binage précoce sur culture de carotte, un travail est en cours pour les deux stations d'expérimentation, et l'organisation du travail pour le désherbage doit être travaillée à l'échelle de l'exploitation.

L'utilisation de produits de **biocontrôle** est envisagée pour *Phytium*. Pour *Alternaria*, il faudrait tester le **levier variétal** ; une base de données sur la résistance des variétés aux maladies est en construction, afin d'évaluer les ressources.



L'objectif est de réaliser une **boucle de progrès** et d'intégrer au fur et à mesure les innovations dans le système. La mise en œuvre de ces leviers dans les contextes régionaux se fera via l'écriture de règles de décision qui les **adapteront aux contextes**, des **indicateurs communs** (faisabilité, efficacité, coût, etc...) permettront de les qualifier et une **collaboration forte** est à instaurer avec les experts des autres cultures de la rotation afin de travailler sur la **cohérence du système**.

Pour en savoir **+**, consultez les fiches **PROJET** et les fiches **SITE**

Action pilotée par le ministère chargé de l'agriculture et le ministère chargé de l'environnement, avec l'appui financier de l'Agence française pour la biodiversité, par les crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses attribués au financement du plan Ecophyto.

Document réalisé par **Christine Béasse**, Invenio



Stratégie de gestion des maladies



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.

Contrôle cultural

Pas de désinfection

Lutte chimique

Pas de traitement anti-Pythium

Pas de traitement anti Helminthosporiose

Pas de traitement anti Helminthosporiose et Rhynchosporiose

Pas de traitement anti Botrytis



Maladies cibles :
Pythium sur carotte
Maladies aériennes sur les autres cultures

Objectifs :

- Pas de dégâts de maladie sur parties commercialisées des légumes
- Pas d'altération de la qualité des semences

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Arrêt de la désinfection

Favoriser l'activité biologique du sol et par conséquent défavoriser *Pythium* qui n'est pas un bon compétiteur.

La mesure de l'activité biologique du sol montre que celle-ci est faible (avec ou sans désinfection), mais ne pas désinfecter n'a pas favorisé les attaques de *Pythium*

Faire l'impasse sur des traitements anti- *Pythium*

On considère que ce sont des traitements d'assurance et que le risque peut être pris.

L'année ou cette impasse a été faite il n'y a pas eu de problème supplémentaire d'attaque de *Pythium* (stratégie gagnante). Cette stratégie est étayée par des données statistiques sur le risque pris à ne pas traiter.

Impasse sur les traitements anti Helminthosporiose et Rhynchosporiose

Traitements non réalisés.

Il n'est pas nécessaire de traiter la culture d'orge contre les maladies car l'orge a davantage vocation à être une culture assainissante qu'une culture de rente.

Impasse sur des traitements anti Botrytis

Traitements non réalisés.

Le risque a pu être pris sans dommages pour la culture

Symptômes de *Pythium* sur carotte



Crédits photo :
C. Béasse, Invenio



Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.

Contrôle cultural

Pas de désinfection



Culture de service anti *Pratylenchus*

Ravageurs cibles :
Nématodes *Pratylenchus*,
Noctuelle *Helicoverpa armigera*

Objectifs :

- Pas de chenilles d'*Helicoverpa armigera* dans les haricots
- Pas trop de nématodes avant les carottes

Leviers

Principes d'action

Enseignements

Pas de désinfection

La désinfection de sol élimine les nématodes *Pratylenchus*, mais ceux-ci recolonisent rapidement le sol, donc le choix a été fait de laisser les populations de nématodes évoluer naturellement.

En l'absence de désinfection de sol, les comptages de nématodes ne montrent pas d'augmentation des populations au cours du temps

Commentaire :

Dans ce système, le haricot est ramassé mécaniquement et conduit vers les usines, à destination de la congélation ou de la conserve. Il n'est pas possible de trier efficacement les chenilles d'*Helicoverpa* des gousses de haricot.

Le seuil de tolérance à ce ravageur pour cette culture est très bas, de manière à ce qu'aucune chenille ne se retrouve dans le conditionnement à destination du consommateur. Une impasse sur le traitement sans substitution est un risque qui ne peut pas être pris. Les résultats de l'Unilet sur l'efficacité du Dipel, insecticide à base de *Bacillus thuringiensis* sont à mobiliser pour remplacer l'insecticide classique en cas de faible pression de ce ravageur.

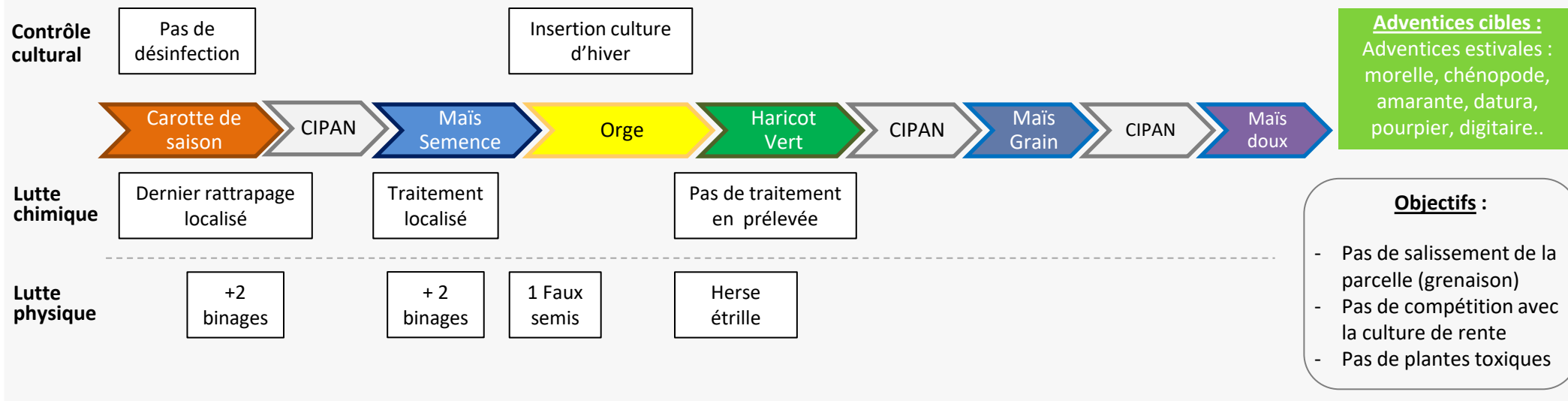
A gauche carotte saine, à droite symptômes de *Pratylenchus* : racine au corps très raccourci avec prolifération de radicelles latérales



Crédits photo : JKI Munster, Agroscope

Stratégie de gestion des adventices

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.



Leviers

Principes d'action

Enseignements

Faire des traitements localisés	Localiser les traitements sur le rang.	Permet de réduire de 60 % l'IFT.
Faire l'impasse sur des traitements (désinfection de sol ou traitement prélevée) / substitution par du désherbage mécanique (binage) ou une action sur le stock (faux semis)	Destruction mécanique des adventices plutôt que destruction chimique.	La substitution des binages et faux semis a globalement permis une bonne gestion de l'enherbement excepté une année où les travaux n'ont pas pu être effectués à temps. Cela a permis de mettre en évidence la grande importance du levier « organisation du travail » au printemps : à cette époque de nombreuses activités se concurrencent, le nombre de passages de bineuses peut être insuffisant par rapport aux besoins. Le retard pris en désherbage mécanique est plus risqué si les traitements chimiques herbicides sont réduits.
Insertion d'une culture d'hiver	La culture d'hiver sera bien couvrante au début de l'été et va étouffer les adventices d'été.	En 2017, pas d'observation de réduction du pool d'adventices par rapport à un témoin sans culture d'hiver.

FlorSys est un modèle construit par l'INRA de Dijon simulant la dynamique pluriannuelle des adventices sous l'influence des pratiques agricoles et du climat, dans les systèmes de culture 'grandes cultures'.

Cet outil permet d'évaluer par modélisation l'efficacité de scénarios de gestion avec moins d'herbicides. Les meilleurs scénarios pourront ensuite être testés sur le terrain.

Un travail d'adaptation de ce modèle est en cours pour le système de culture carotte, il est prévu que le modèle soit opérationnel en 2020.